



## **Itinéraires techniques pour la multiplication végétative en vrac du Mélèze hybride.**

Céline Le Pichon, Michel Verger, Jacqueline Brando, Hervé Le Boulter

### **► To cite this version:**

Céline Le Pichon, Michel Verger, Jacqueline Brando, Hervé Le Boulter. Itinéraires techniques pour la multiplication végétative en vrac du Mélèze hybride.. Revue forestière française, 2001, 53 (2), pp.111-124. <10.4267/2042/5218>. <hal-03442758>

**HAL Id: hal-03442758**

**<https://hal.science/hal-03442758v1>**

Submitted on 23 Nov 2021

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization

## ITINÉRAIRES TECHNIQUES POUR LA MULTIPLICATION VÉGÉTATIVE EN VRAC DU MÊLÈZE HYBRIDE

CÉLINE LE PICHON - MICHEL VERGER - JACQUELINE BRANDO - HERVÉ LE BOULER

Le Mêleze hybride (*Larix x eurolepis* Henry) est issu du croisement entre le Mêleze d'Europe (*Larix decidua*) et le Mêleze du Japon (*Larix kaempferi*). C'est un hybride qui est apparu naturellement au Danemark et en Écosse et qui, de chacun de ses parents, a hérité des caractères importants au plan sylvicole : par exemple, la rectitude du tronc du Mêleze d'Europe et la faible sensibilité au chancre (*Lachnellula willkommii*) du Mêleze du Japon. Par ailleurs, on peut attendre un effet d'hétérosis<sup>(1)</sup> (Pâques, 1989) pour d'autres critères comme la croissance juvénile. Ces caractéristiques en font une essence forestière de plus en plus appréciée en Europe et pour laquelle la demande de plants est supérieure à l'offre.

Actuellement, deux voies de diffusion en masse du matériel forestier de reproduction sont envisageables pour le Mêleze hybride : la reproduction sexuée, contrariée par le décalage de floraison qui existe entre les deux parents, et la multiplication végétative. Parmi les différentes techniques de multiplication végétative disponibles, la multiplication végétative horticole en vrac de familles (plein-frères ou demi-frères) sélectionnées est actuellement la plus opérationnelle. Elle consiste à bouturer, sans identification clonale, du matériel jeune, de valeur génétique élevée, disponible en faible quantité (Verger, 1997). Elle permet notamment de s'affranchir des problèmes liés au vieillissement des pieds-mères<sup>(2)</sup> : baisse de l'aptitude à l'enracinement et croissance plagiotrope (plus ou moins horizontale) des boutures.

Le but de cette synthèse est de présenter les résultats les plus significatifs obtenus, au cours de dix années d'expériences conduites dans les pépinières administratives, au Cemagref et à l'INRA, pour chaque étape de la multiplication végétative en vrac : élevage des pieds-mères, enracinement des boutures et élevage des boutures enracinées.

### ÉLEVAGE DES PIEDS-MÈRES

Le but de l'élevage des pieds-mères est la production d'un maximum de boutures aptes physiologiquement à s'enraciner et donnant des plants conformes aux normes de reboisement en vigueur. En fonction du degré de contrôle des paramètres environnementaux, on distingue différents modes d'élevage des pieds-mères.

(1) Supériorité sur un caractère donné de la descendance par rapport au meilleur parent ou à la moyenne des parents.

(2) Individus sur lesquels les boutures sont récoltées.

## Élevage intensif

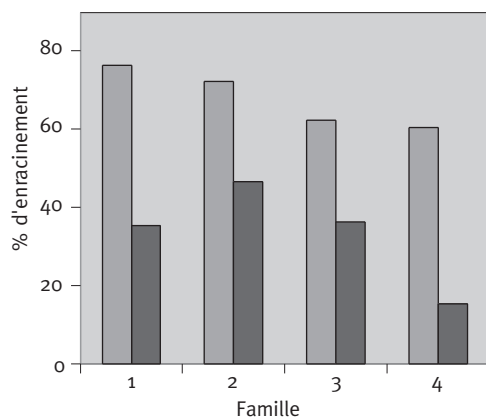
**L'élevage intensif des pieds-mères est réalisé sous serre** et la plupart des paramètres environnementaux et agronomiques sont contrôlés. Les pieds-mères sont généralement renouvelés tous les ans comme, par exemple, le Sapin de Douglas aux États-Unis à la Weyerhaeuser Company (Ritchie, 1993).

Pour le Mélèze, les pieds-mères sont semés dès janvier en conteneur de petit volume (< 100 cm<sup>3</sup>) ou en pastille de tourbe compressée. Au stade cotylédons étalés, les semis sont repotés en conteneur de 3 litres et élevés sous serre en verre avec un chauffage de fond maintenu jusqu'à la fin des gelées et un éclairage artificiel (voir Verger et Pâques, 1993, pour une description fine des paramètres de culture). À la fin de la période d'élevage, les pieds-mères mesurent environ 1 m. L'année suivante, deux récoltes successives de boutures peuvent être réalisées : la première juste après le débourrement des bourgeons (stade ligneux débourré), la seconde au stade herbacé. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau I (ci-dessous).

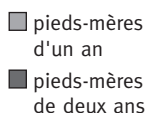
Cependant, ce type d'élevage se heurte à un nombre important de problèmes. Tout d'abord, le coût des installations d'élevage (serre en verre avec chauffage de fond, système d'irrigation...) et de la main-d'œuvre (rempotage, montage du système d'irrigation, surveillance importante du fait de la sophistication des installations...) est prohibitif. Ensuite, il a été montré que, si l'éclairage

**TABLEAU I**                      **Résultats d'enracinement obtenus avec un élevage intensif**  
(d'après Verger et Pâques, 1993)  
Pieds-mères âgés d'un an; boutures de 6-8 cm; enracinement sous fog

	Bouturage	
	Ligneux débourré	Herbacé
Nombre moyen de boutures prélevées par pied-mère .. (mini-max) .....	69,5 (40-111)	50,1 (12-79)
% d'enracinement .....	66,5 (29-95)	72,2 (32-100)
Coefficient de multiplication .....	46,2 (16-90)	36,2 (18-55)



**FIGURE 1**  
**ÉVOLUTION DU POURCENTAGE D'ENRACINEMENT**  
**DE BOUTURES RÉCOLTÉES SUR DES PIEDS-MÈRES**  
**ISSUS DE 4 FAMILLES DE PLEIN-FRÈRES**  
**DE MÊLÈZE HYBRIDE**  
**PRODUITS EN ÉLEVAGE INTENSIF**  
(repiqués en pépinière la seconde année  
après la première récolte de boutures)



a un effet positif sur la croissance du pied-mère, il peut avoir un effet ultérieur négatif sur l'enracinement des boutures (Pellicer *et al.*, 1998). Par ailleurs, les pieds-mères perdent très rapidement l'aptitude à produire des boutures qui s'enracinent correctement (figure 1, p. 112). Dans la pratique, on peut considérer qu'ils doivent être remplacés tous les ans. En résumé, ce genre d'élevage ne peut se concevoir que pour des sources de graines extrêmement rares et pour lesquelles une amplification très rapide serait souhaitable.

### Élevages semi-intensif et rustique

L'élevage semi-intensif des pieds-mères se fait en serre non chauffée et/ou non éclairée. Les boutures sont le plus souvent récoltées sur des pieds-mères de deux ans. Afin d'augmenter le coefficient de multiplication<sup>(3)</sup>, un bouturage en cascade<sup>(4)</sup> ou un bouturage réitéré<sup>(5)</sup> est parfois réalisé [exemple : l'Épicéa de Sitka en Grande-Bretagne (Mason et Jinks, 1994)]. Dans un élevage rustique, les pieds-mères sont élevés en bêche remplie de substrat horticole ou directement en pleine terre. Pratiquement, aucun paramètre climatique n'est contrôlé [exemple : le Pin radiata en Nouvelle-Zélande (Menzies *et al.*, 1988)].

Pour le Mélèze, nous avons expérimenté de très nombreuses ambiances d'élevage aussi bien semi-intensif que rustique : de l'élevage en bêche avec éclairage photopériodique à l'élevage en pleine terre. Le meilleur compromis entre production de boutures, aptitude à l'enracinement et coût des installations est un **élevage des pieds-mères en sol de pépinière sur paillage plastique** (1 ligne de pieds-mères espacés de 60 cm sur un paillage de 1 m de large) avec un système goutte à goutte d'irrigation fertilisante (équilibre N-P-K 15-10-15) maintenu du démarrage de la végétation jusqu'à fin septembre.

Une première récolte de boutures est envisageable en début de seconde année de végétation si les pieds-mères sont semés précocement (même système que pour le forçage intensif) et s'ils sont repiqués avant le 15 mai. Au-delà, la première récolte de boutures ne pourra intervenir qu'en début de troisième année de végétation. Durant la première saison de végétation, il est conseillé de protéger les pieds-mères sous un tunnel de type "tunnel nantais" (1 m de hauteur au centre) recouvert d'une ombrière à 50 % (photo 1, p. 117) : cette infrastructure permet de réduire la mortalité des jeunes pieds-mères. Elle doit être retirée en début de seconde année, les pieds-mères touchant l'ombrière. La récolte des boutures est immédiatement suivie d'une taille des pieds-mères. Lors de la première taille (début de la seconde ou de la troisième année de végétation), l'axe principal est rabattu à 30 cm du sol. Le niveau des tailles doit être rehaussé les années suivantes : 50 cm puis 1 m, la base des pieds-mères se dégarnissant ou ne produisant plus de boutures d'un diamètre suffisant (photo 2, p. 117). Les axes secondaires sont eux systématiquement coupés à 2 ou 3 rosettes du tronc (3 à 5 cm).

À titre d'indication, les coefficients de multiplication et les pourcentages d'enracinement obtenus selon trois ambiances de forçage rustique sont donnés dans la figure 2 (p. 114). On peut constater qu'à partir de la cinquième campagne de bouturage le pourcentage d'enracinement chute de façon très importante. De plus, les plants enracinés ont tendance à avoir une croissance plagiotrope qui met de plus en plus de temps à se corriger en pépinière. Dans la pratique, il sera conseillé de **renouveler au moins tous les 4 ans l'ensemble des pieds-mères** ou d'avoir en permanence des pieds-mères de 1 à 4 ans. On peut estimer que chaque pied-mère aura, durant sa vie, produit au moins 250 boutures enracinées.

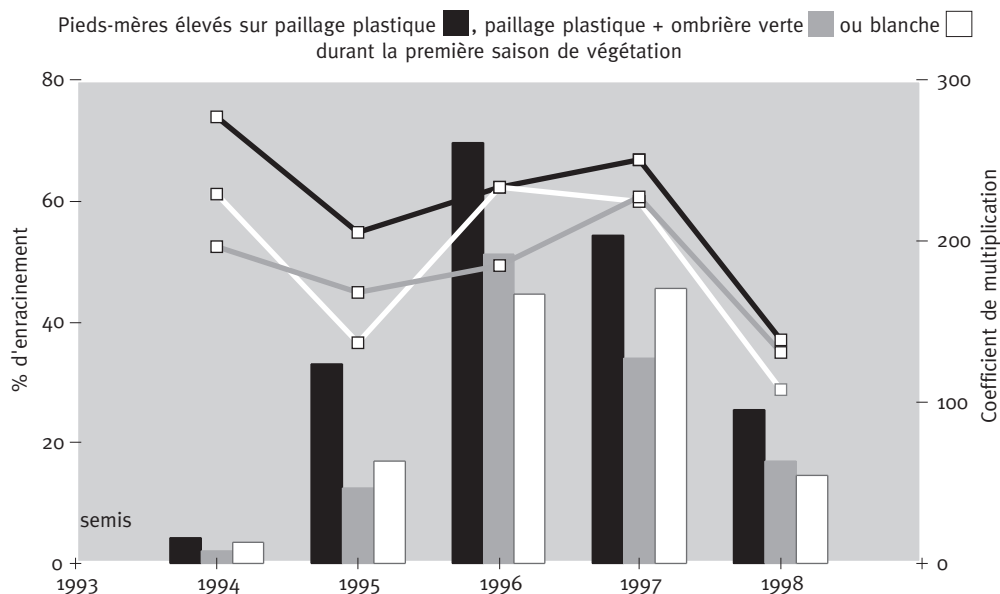
(3) Nombre de boutures enracinées par pied-mère.

(4) Boutures récoltées sur des boutures en élevage.

(5) Récolte de boutures répétée plusieurs années sur les mêmes pieds-mères.

FIGURE 2

**ÉVOLUTIONS DU POURCENTAGE D'ENRACINEMENT (courbe)  
ET DU COEFFICIENT DE MULTIPLICATION (histogramme)  
selon 3 ambiances d'élevage des pieds-mères durant 5 campagnes de bouturage**



## ENRACINEMENT DES BOUTURES

### Prélèvement et préparation

Deux types de boutures peuvent être considérés : des boutures ligneuses fabriquées à partir de rameaux de l'année précédent le bouturage et des boutures herbacées fabriquées à partir de rameau de l'année du bouturage. **Le stade de prélèvement optimal pour les boutures ligneuses est le printemps lorsque les bourgeons débourent** et que les nouvelles rosettes d'aiguilles s'étalent et mesurent de 3 à 8 mm (photo 3, p. 117 et figure 3, p. 115), ce qui correspond selon les années et le lieu d'élevage des pieds-mères à la mi-mars/mi-avril. Les boutures herbacées sont récoltées de mi-juin à mi-juillet sur les pieds-mères taillés après le prélèvement d'avril (Verger et Pâques, 1993). Les boutures ligneuses ont un diamètre de 2 à 3 mm et les boutures herbacées de 3 à 4 mm. Les pourcentages d'enracinement sont comparables entre boutures ligneuses et herbacées ; ces dernières sont cependant plus sensibles aux attaques de champignons.

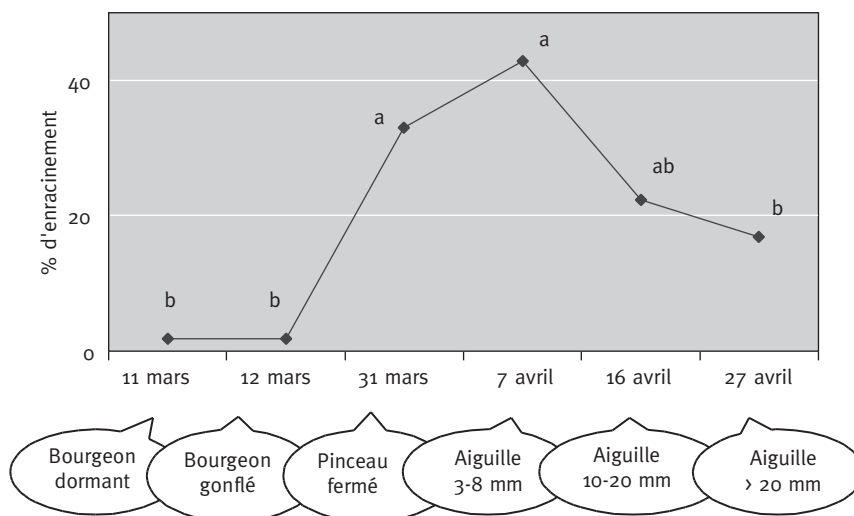
**On récolte uniquement des boutures qui possèdent un bourgeon terminal.** Effectivement, si les pourcentages d'enracinement sont équivalents entre boutures "terminales" et boutures "intermédiaires" (qui ne possèdent que des bourgeons latéraux), la hauteur et la forme des plants en fin d'élevage sont très différentes (tableau II, p. 115). En moyenne, les boutures "terminales" donneront des plants plus grands et orthotropes.

Les boutures peuvent être mises en enracinement directement après le prélèvement ou, afin de faciliter la gestion du travail, conservées de 1 à 8 jours en chambre froide (2 °C) dans des sacs plastiques thermo-scellés sans que l'on observe une perte d'aptitude à l'enracinement.

À l'insertion dans le substrat, seules les trois rosettes terminales sont conservées, ce qui permet de réduire la transpiration mais aussi d'éviter le développement de champignons à l'interface substrat/bouture. Conserver un nombre de rosettes suffisant est important pour permettre un bon enracinement car 80 % du carbone constituant les racines provient de la photosynthèse (Pellicer, 1997 et 1998). Les boutures sont retaillées au sécateur ; elles mesurent 6-8 cm de long. Juste après cette taille, la base des boutures est plongée pendant 15 secondes dans une solution

**FIGURE 3** **RÉSULTATS D'ENRACINEMENT EN FONCTION DU STADE DE DÉVELOPPEMENT DES BOUTURES LIGNEUSES LORS DE LA RÉCOLTE**

Les modalités suivies de lettres différentes sont significativement différentes au seuil de 5 % d'après le test de Kruskal-Wallis



**TABLEAU II**

**Hauteur et forme de plants  
issus de boutures terminales et intermédiaires  
après un an d'élevage en pépinière en pleine terre**

Par colonne et pour une année donnée, les modalités suivies de lettres différentes sont significativement différentes au seuil de 5 % d'après :

(1) le test du  $\chi^2$ , (2) l'analyse de variance

Type de bouture (année d'essai)	Nombre de plants évalués	% de plants orthotropes <sup>(1)</sup>	% de plants sans défaut racinaire <sup>(1)</sup>	Hauteur <sup>(2)</sup> (cm)
Terminale (1996)	208	92,1 A	77,2 a	88,7 A''
Intermédiaire (1996)	233	58,4 B	71,5 a	66,1 B''
Terminale (1997)	213	79,8 A'	69,0 a'	76,7 A'''
Intermédiaire (1997)	608	21,9 B'	41,3 b'	64,6 B'''

d'auxine (AIB<sup>(6)</sup>) à 1 000 ppm<sup>(7)</sup> afin de stimuler la rhizogenèse<sup>(8)</sup> (figure 4, ci-dessous). Cette méthode d'application a été choisie parce que sa mise en œuvre est facile et que son action est répétable dans le temps.

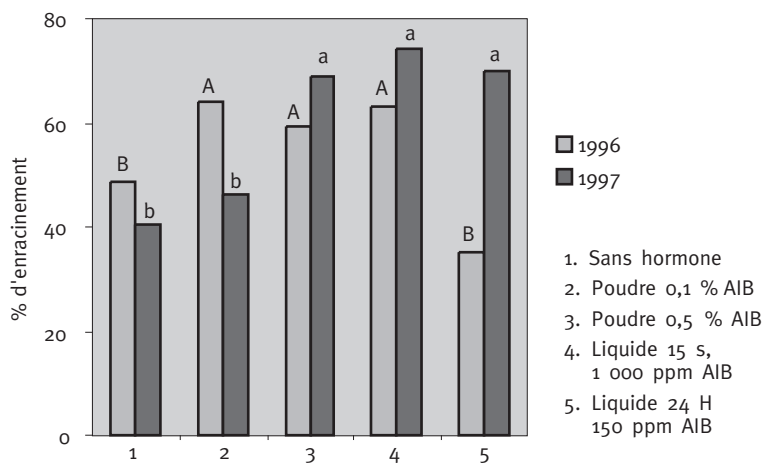
### Installation dans l'ambiance de bouturage

**La réussite de l'enracinement du Mélèze est particulièrement conditionnée par l'humidité relative (HR) de l'air** : une HR inférieure à 70 % conduit à un échec de l'enracinement, de même qu'une HR maintenue en continu au-dessus de 90 %. Si le bouturage s'effectue en conteneur, cette plage est même encore plus réduite (80-90 %). Dans un environnement climatique où l'hygrométrie est saturante, la reprise d'eau par les aiguilles est possible et les boutures réalisent alors quasiment toute leur croissance aérienne au détriment de la production de racines (Pellicer, 1997). Ainsi, l'utilisation de diverses ambiances de bouturage est envisageable à condition que l'on respecte les exigences en HR de cette espèce : brouillard artificiel régulé (fog), arrosage intermittent (mist) ou étouffée avec subirrigation<sup>(9)</sup> décrite figure 5 (p. 118) (Le Pichon *et al.*, 2000). Toutes ces structures de bouturage doivent être recouvertes d'une ombrière (exemple : 50 %) afin de limiter les élévations de température.

**Les boutures sont installées dans un support de type conteneur individuel ou "en plein"** selon l'objectif final de production : un plant en conteneur ou un plant racines nues respectivement. Dans les deux cas, le plant issu de la bouture enracinée devra respecter les critères de hauteur et de qualité des plants forestiers classiques.

**FIGURE 4** POURCENTAGE D'ENRACINEMENT EN FONCTION DU TRAITEMENT HORMONAL DES BOUTURES

Par colonne, les modalités suivies de lettres différentes sont significativement différentes au seuil de 5 % d'après le test de Tuckey



(6) Acide indole butyrique.

(7) Partie par million.

(8) Néoformation de racines.

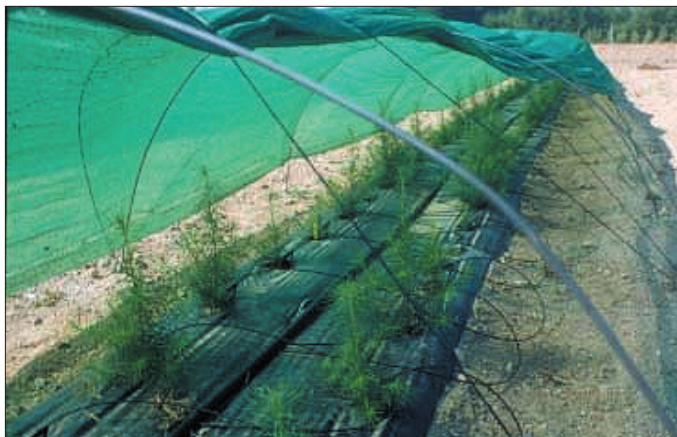
(9) L'étouffée consiste à créer un espace confiné au-dessus du substrat à l'aide d'un film étanche, l'eau est apportée par une réserve à la base du substrat. Celle-ci remonte alors dans le substrat par capillarité, puis s'évapore dans le volume d'air confiné.



**PHOTO 1**

Pieds-mères élevés  
sur paillage plastique  
et ombrière verte  
dans le courant  
de leur première saison  
de végétation

Photo M. VERGER



**PHOTO 2**

Pieds-mères lors de leur cinquième  
saison de végétation

Photo D. PIERMANT



**PHOTO 3**

Bouture  
au stade ligneux débourré  
au moment de l'insertion

Photo M. VERGER



**PHOTO 4**

Boutures enracinées en conteneur en fin de première saison  
de végétation

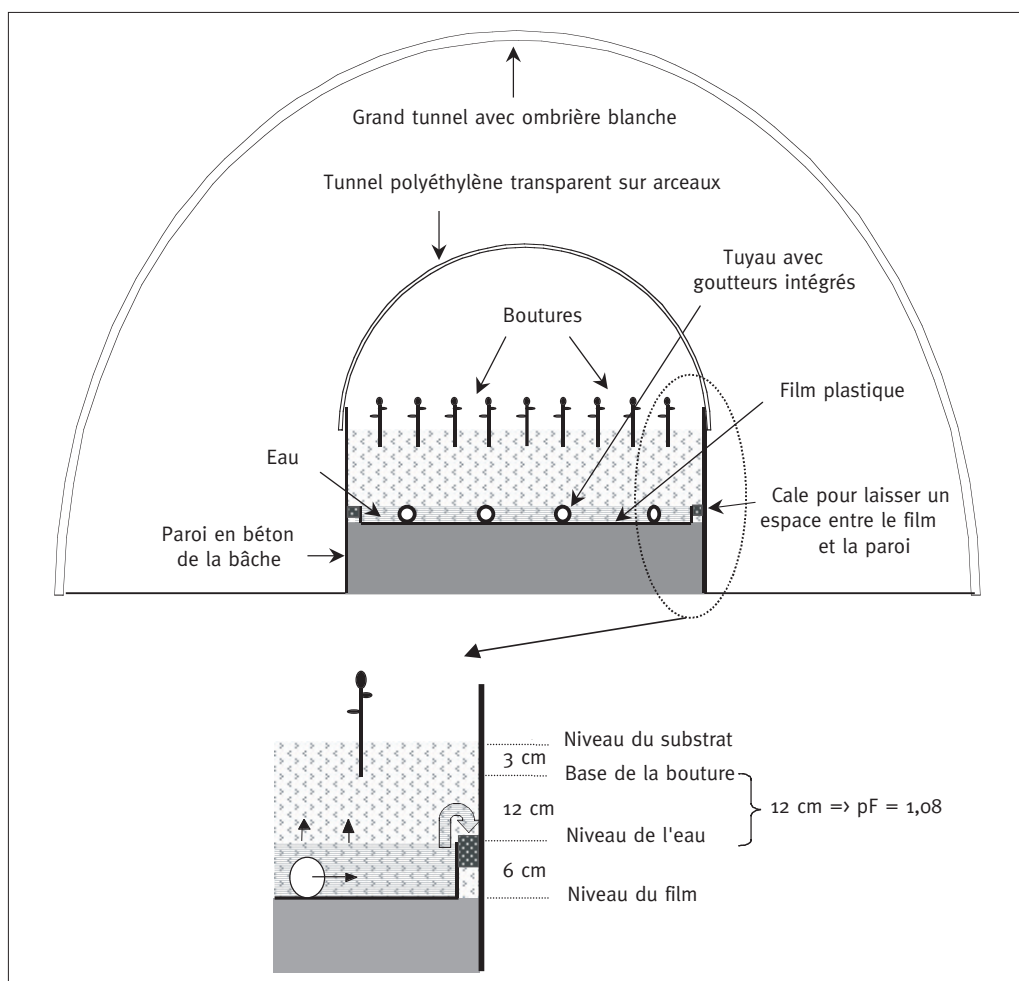
Photo H. LE BOULER





- Les conteneurs forestiers de volume au moins supérieur à 250 cm<sup>3</sup>, à parois ajourées à 50 %, permettant l'autocernage sont parfaitement indiqués pour ce genre de production. Aucun des substrats de bouturage testés n'a influencé l'aptitude à l'enracinement. Cependant, un substrat à base d'écorce de pin compostée 0/5 mm et de tourbe blonde (1/1 volume/volume) peut être conseillé car il confère à la motte une bonne tenue après dépotage.
- Le bouturage "en plein" peut être réalisé soit en caisse, soit en coffre, l'important étant d'avoir une épaisseur de substrat suffisante (15-20 cm) pour permettre un bon développement racinaire. Le substrat est de type tourbe blonde et sable de rivière 0,5-3 mm (2/1 volume/volume) ou tourbe blonde et perlite (1/1 volume/volume). Dans le cas du bouturage en coffre utilisant la subirrigation, le niveau d'eau doit être maintenu entre 10 et 12 cm au-dessous de la base de la bouture afin de lui apporter par capillarité une quantité d'eau suffisante (figure 5, ci-dessous).

**FIGURE 5** **SCHÉMA DE L'AMBIANCE DE BOUTURAGE À L'ÉTOUFFÉE AVEC SUBIRRIGATION ET DÉTAIL DE LA STRUCTURE**  
(d'après le Pichon *et al.*, 2000)



La densité d'insertion est liée au support choisi : de 230 à 300 boutures au m<sup>2</sup> en conteneur ; de 250 boutures au m<sup>2</sup> en caisses à 660 au m<sup>2</sup> en coffre. Des densités d'insertion de 400 boutures au m<sup>2</sup> en coffre sont utilisées en Belgique (Jacques et Nanson, 1989). Une forte densité d'insertion permet d'une part de réduire les coûts de production par bouture et d'autre part de créer un microclimat favorable à l'enracinement.

Le substrat doit être adapté à l'ambiance climatique, relativement drainant pour l'ambiance mist (exemple : mélange tourbe/perlite), de structure plus fine à l'étouffée (exemple : 2 tourbe/1 sable volume/volume) ou sous fog. Il doit avoir une capacité de rétention en eau importante pour fournir l'eau aux boutures mais aussi avoir une porosité élevée pour maintenir l'aération à la base des boutures. Dans le cas de l'étouffée avec subirrigation, c'est par l'évaporation de l'eau du substrat que l'humidité relative atmosphérique est maintenue.

### La phase d'enracinement

**Elle dure en général 2-3 mois.** Ensuite, on sèvre les boutures en diminuant progressivement l'HR. Le problème majeur rencontré durant la phase d'enracinement concerne le développement de champignons, en particulier de *Botrytis*, sur les rosettes d'aiguilles (Delsol, 1997). À titre d'exemple, une liste de quelques fongicides utilisés lors de différents essais est donnée au tableau III (ci-dessous). Les ambiances climatiques avec arrosage intermittent ou brouillard artificiel ont tendance à propager le *Botrytis*. Inversement, à l'étouffée avec subirrigation, il se propage peu.

La fertilisation pendant la phase d'enracinement n'a pas d'effet sur le pourcentage d'enracinement ; par contre, elle a un rôle positif sur la qualité de l'enracinement, sur la survie des plants après l'hiver et sur la croissance ultérieure (Jacques et Nanson, 1989 ; tableau IV, p. 120). Pour le bouturage en conteneur, la fertilisation initiale du substrat avec un engrais à libération lente 15-11-13 (N-P-K) + oligo-éléments à raison de 1 kg/m<sup>3</sup> de substrat semble optimale.

**TABEAU III Fongicides utilisables pour le bouturage du Mélèze hybride**

Nom commercial	Matière active		Concentration d'utilisation du produit commercial	Doses apportées de solution par m <sup>2</sup> de serre
	Nom	Dosage		
ALIETTE . . . . .	fosetyl-al	80 %	3 g/l	11 cl/m <sup>2</sup>
BENLATE . . . . .	bénomyl	50 %	2,5 g/l	11 cl/m <sup>2</sup>
PELT 44 . . . . .	thiophanate-méthyl	450 g/l	3 ml/l	11 cl/m <sup>2</sup>
POMARSOL . . . . .	thirame	80 %	2,5 g/l	11 cl/m <sup>2</sup>
PREVICUR N . . . . .	propamocarbe HCl	722 g/l	2,5 g/l	11 cl/m <sup>2</sup>
RONILAN DF . . . . .	vinchlozoline	50 %	3 ml/l	11 cl/m <sup>2</sup>
SUMISCLEX . . . . .	procymidone	50 %	1,5 ml/l	25 cl/m <sup>2</sup>
SUMICO . . . . .	diéthofencarbe + carbendazine	250 g/l 250 g/l	3 ml/l	11 cl/m <sup>2</sup>

**TABEAU IV**                      **Influence de la fertilisation des boutures pendant l'enracinement**  
**sur le pourcentage d'enracinement et sur la croissance ultérieure en pépinière**  
 Par colonne, les modalités suivies de lettres différentes sont significativement différentes  
 au seuil de 5 % d'après le test de Tukey

Modalités appliquées aux boutures	% d'enracinement	Hauteur 1 an après repiquage (cm)
Pas de fertilisation . . . . .	53,6 A	43,6 c
Hakaphos 15-11-15-1, 1g/l (2 l/m <sup>2</sup> chaque semaine à partir de début juin) . . . . .	50,1 A	49,2 c
Hakaphos 15-11-15-1, 1 g/l (2 l/m <sup>2</sup> chaque semaine à partir de début avril) . . . . .	57,4 A	63,8 a
Hakaphos 12-32-14-1, 1g/l (2 l/m <sup>2</sup> chaque semaine de début avril à juin) puis Hakaphos 15-11-15-1, 1 g/l . . . . .	55,0 A	56,7 b
Témoin d'élevage: semis hybride 1+1 . . . . .	—	66,6 a



**PHOTO 5**  
 Boutures enracinées  
 dans l'ambiance subirrigation  
 avant repiquage en pépinière  
 Photo V. BOURLON



**PHOTO 6**  
 Plants issus de boutures  
 un an après le repiquage  
 Photo M. VERGER

## ÉLEVAGE DES BOUTURES ENRACINÉES

### Production d'un plant en conteneur

L'objectif est de commercialiser des plants parfaitement équilibrés de dimension 15-30 cm en fin de première saison de végétation (photo 4, p. 117). Le problème majeur rencontré lors de cette production est l'extrême sensibilité à l'HR. La stabilité et l'homogénéité du climat de la serre peuvent certes être améliorées par la mise en place d'une double paroi mais restent malgré tout influencées par le climat extérieur, incontrôlable lui. Ainsi les résultats obtenus lors de trois campagnes de production pilote ont été extrêmement variables allant de 25 à 85 % de boutures commercialisables par rapport aux boutures insérées. Cette technique de production en conteneur doit pour l'instant être fiabilisée avant d'être recommandée.



### Production d'un plant à racines nues

En fin de sevrage, les boutures enracinées sont arrachées du substrat d'enracinement et triées (photo 5, p. 120). Le tri s'effectue sur la qualité et l'équilibre du système racinaire (3 racines minimum réparties sur deux quarts opposés ou sur les trois quarts de la section : symétrie 3, 4 et 5 du tableau V, ci-dessous) et sur la hauteur (> 10 cm). Les plants sont mis en jauge en attendant le repiquage.

#### • Repiquage des boutures enracinées

La qualité du système racinaire à la fin de la phase d'enracinement joue un rôle important sur la survie, la hauteur et le pourcentage de plants commercialisables en fin d'élevage (tableau V, ci-dessous). Les boutures enracinées peuvent être repiquées dès la fin du sevrage, au mois d'août. Ce repiquage permet au système racinaire de s'installer rapidement, ce qui donne des plants plus grands l'année suivante. Cependant, les racines sont peu lignifiées au moment du repiquage et on obtient en fin d'élevage un pourcentage important de plants présentant des défauts racinaires (tableau VI, p. 122). **Il est donc préférable de repiquer à partir de septembre et jusqu'à mars de l'année suivante.** Pour le repiquage de printemps, les boutures jaugées en caisse doivent être conservées en chambre froide humide à partir des premières gelées.

**TABLEAU V** Influence de la symétrie du système racinaire avant repiquage en pépinière sur différents critères d'appréciation des plants après 1 an d'élevage  
Par ligne, les modalités suivies de lettres différentes sont significativement différentes au seuil de 5 % d'après le test de Tukey

	Symétrie du système racinaire (●: zone de sortie des racines à la base de la bouture)		
	Non repiquable: Symétrie 1, 2 	Repiquable: Symétrie 3, 4 et 5 	Semis hybride 1 + 1
% de survie . . . . .	83,9 b	93,1 a	99,4 a
Hauteur (cm) . . . . .	45,3 b'	49,9 a'	36,0 c'
% défauts racinaires . . . . .	48,5 A	35,3 A	25,3 A
% de plants plantables . . . . .	24,0 B'	40,7 A'	35,5 A'B'

**TABEAU VI** **Influence de la date de repiquage des boutures en pépinière**  
**sur différents critères d'appréciation des plants après 1 an d'élevage**  
 Par ligne, les modalités suivies de lettres différentes sont significativement différentes  
 au seuil de 5 % d'après le test de Tukey

	Date de repiquage			
	Août (année n)	Septembre (n)	Octobre (n)	Mars (n + 1)
% de survie . . . . .	86,1 b	96,1 a	97,2 a	98,3 a
Hauteur (cm) . . . . .	60,0 a'	54,8 b'	53,7 b'	53,8 b'
% défauts racinaires . . . . .	47,9 A	18,3 B	20,5 B	16,3 B
% de plants plantables . . . . .	45,0 B'	72,4 A'	76,0 A'	72,4 A'

La densité de repiquage est comprise entre 60 et 80 plants au m<sup>2</sup> (sur 4 lignes). C'est un compromis entre des densités trop fortes qui donnent des plants filiformes et des densités trop basses pour lesquelles des défauts de tige peuvent apparaître.

• *Élevage en pleine terre* (photo 6, p. 120)

À titre d'exemple, à la pépinière de Peyrat-le-Château (Haute-Vienne), dans le cas d'un repiquage d'automne, on réalise le **désherbage chimique** soit au Gardoprine en granulés (m.a. oxyfluorène + propyzamide terbuthylazine) à 11 g/m<sup>2</sup>, juste après le repiquage soit au Gardenurs (m.a. oxyfluorène + propyzamide) à 0,5 g/m<sup>2</sup>, en janvier ou février, sur sol propre. Une protection hivernale peut être envisagée avec des claies ou du voile non-tissé<sup>(10)</sup>.

La fertilisation l'année d'élevage est fractionnée en deux apports : mi-avril puis fin juin. Un cernage vertical<sup>(11)</sup> fin août avec une cerneuse à disques améliore la qualité racinaire des plants issus de boutures.

Les plants peuvent alors être arrachés à l'automne et commercialisés.

## EN CONCLUSION

La multiplication végétative en vrac du Mélèze hybride peut désormais être considérée comme opérationnelle, ce qui permettrait de réduire, voire supprimer, la pénurie de plants pour cette essence.

Parallèlement à la mise au point technique, une étude économique a été menée (Le Boulter *et al.*, 2000). Elle montre, avec des résultats techniques réalisables, que **des coûts de production de l'ordre de 2 à 3 F/plant<sup>(12)</sup>** sont parfaitement envisageables. Elle permet également de déterminer les paramètres qui influencent fortement (exemple : taux de plants plantables après tri en sortie de serre d'enracinement) ou très faiblement le coût final (exemple : achat de la graine pour constituer les parcs à pieds-mères).

(10) Tissu léger utilisé en horticulture pour la protection notamment hivernale des plantes.

(11) Le cernage consiste à passer une lame tranchante dans le sol pour sectionner le système racinaire et stimuler sa ramification.

(12) Pour mémoire, un plant de Mélèze hybride issu de semis se commercialise autour de 3 F/plant.

L'étape finale réside dans la recherche d'un ou de plusieurs opérateurs privés susceptibles de s'approprier cette technique pour pouvoir répondre aux besoins en matériels forestiers de reproduction en Mélèze hybride.

**Céline LE PICHON**  
Division Ressources génétiques et Plants forestiers  
CEMAGREF  
Domaine des Barres  
F-45290 NOGENT-SUR-VERNISSON  
— Actuellement —  
Unité de Recherche  
Qualité et fonctionnement hydrologique  
des systèmes aquatiques  
CEMAGREF Groupement d'Antony  
Parc de Tourvoie, BP 44  
F-92163 ANTONY CEDEX  
(celine.lepichon@cemagref.fr)

**Michel VERGER**  
UR Amélioration, Génétique et Physiologie forestières  
INRA  
F-45160 ARDON  
(michel.verger@orleans.inra.fr)

**Jacqueline BRANDO**  
Pépinière forestière expérimentale  
F-87470 PEYRAT-LE-CHÂTEAU  
(jacqueline.brande@agriculture.gouv.fr)

**Hervé LE BOULER**  
Pépinière forestière expérimentale  
Route de Redon  
F-44290 GUÉMENÉ PENFAO  
(herve.le-bouler@agriculture.gouv.fr)

Avec la collaboration technique de V. Bourlon (Cemagref), G. Claveyrolas et S. Guérinet (Pépinière de Peyrat-le-Château), H. Miteul et D. Piermant (INRA Ardon), M. Rondouin (Pépinière de Guéméné-Penfao).

## Remerciements

Les travaux exposés dans cet article ont été financés par le Groupement d'Intérêt Scientifique "Variétés forestières améliorées", les programmes européens AIR (conifères du Nord à croissance rapide) et Fair (Towards a european larch wood chain) ainsi que par la Région Pays-de-la-Loire. Merci également à Daniel Cornu de l'INRA d'Orléans et Daniel Genthialon, président du syndicat des pépiniéristes forestiers, pour la relecture de cet article.

## BIBLIOGRAPHIE

- DELSOL (C.). — Problèmes pathologiques rencontrés lors de la multiplication végétative de ligneux forestiers. Étude de la pourriture grise (*Botrytis cinerea*) sur *Larix eurolepis* et de la fonte des boutures (*Pythium*) sur *Prunus avium*. — Université de Nancy, 1997. — 26 p. (Rapport de stage DAA Sciences et Techniques des Productions végétales. Protection des cultures).
- JACQUES (D.), NANSON (A.). — Essais de bouturage du Mélèze hybride en Belgique. — 1989. — 51 p. (ISSN 0533-2966).
- LE BOULER (H.), LE PICHON (C.), VERGER (M.), CALLU (D.). — Étude des coûts de production pour des plants issus de multiplication végétative en vrac : cas du Mélèze. In : Multiplication végétative des ligneux forestiers, fruitiers et ornementaux. Seconde Rencontre du Groupe de la Sainte-Catherine, Antibes 24-25-26 novembre 1998 / M. Verger *et al.* Coord. — Astredhor, 2000. — pp. 105-114.

- LE PICHON (C.), PELLICER (V.), BOURLON (V.). — Bouturage à l'étouffée de ligneux forestiers avec irrigation par capillarité. *In* : Multiplication végétative des ligneux forestiers, fruitiers et ornementaux. Seconde Rencontre du Groupe de la Sainte-Catherine, Antibes 24-25-26 novembre 1998 / M. Verger *et al.* Coord.— Astredhor, 2000. — pp. 25-34.
- MASON (W.L.), JINKS (R.L.). — Vegetative Propagation. *In* : Forest Nursery Practice / J.R. Aldhous, W.L. Mason Eds. — *Forestry Commonwealth Bulletin*, 111, 1994, pp. 135-147.
- MENZIES (M.I.), FAULDS (T.), DIBLEY (M.J.). — Vegetative propagation of juvenile Radiata Pine. *In* : Workshop on growing radiata pine from cuttings. — *FRI Bulletin*, 135, Forest Research Institute, New Zealand, 1988, pp. 109-129.
- PÂQUES (L.E.). — A critical review of larch hybridization and its incidence on breeding strategies. — *Annales des Sciences forestières*, vol. 46, 1989, pp. 141-153.
- PELLICER (V.). — Déterminants environnementaux et physiologiques de l'aptitude à l'enracinement de boutures de Mélèze hybride (*Larix x eurolepis* Henry). — UFR Faculté des Sciences, Université d'Angers, 1997. — 126 p. (Thèse).
- PELLICER (V.). — Évolution des réserves glucidiques dans les boutures de Mélèze hybride (*Larix x eurolepis* Henry). *In* : Multiplication végétative des ligneux forestiers, fruitiers et ornementaux. Première Rencontre du Groupe de la Sainte-Catherine, Angers, Actes de colloque. — Cemagref Éditions, 1998. — pp. 9-16.
- PELLICER (V.), CAZET (M.), VERGER (M.), RIVIÈRE (L.M.). — Effect of stock plant lighting on bulk vegetative propagation of hybrid larch (*Larix x eurolepis* Henry). — *Forest Ecology and Management*, 102, 1998, pp. 323-332.
- RITCHIE (G.A.). — Production of Douglas-fir, *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco, rooted cuttings for reforestation by Weyerhaeuser Company. — Combined Proceedings of International Plant Propagations' Society 43, 1993, pp. 284-288.
- VERGER (M.), PÂQUES (L.E.). — Multiplication végétative du Mélèze hybride (*Larix x eurolepis* Henry) par bouturage en vrac. — *Annales des Sciences forestières*, vol. 50, 1993, pp. 205-215.
- VERGER (M.). — Plants forestiers génétiquement améliorés : production par multiplication végétative. — *Forêt Entreprise*, n° 114, 1997, pp. 55-60.

---

#### ITINÉRAIRES TECHNIQUES POUR LA MULTIPLICATION VÉGÉTATIVE EN VRAC DU MÉLÈZE HYBRIDE [Résumé]

La multiplication végétative horticole "en vrac" du Mélèze hybride (*Larix x eurolepis* Henry) permet d'augmenter le nombre de plants produits à partir d'une petite quantité de graines de forte valeur génétique. Pour chaque étape de l'itinéraire technique (élevage des pieds-mères, enracinement des boutures et élevage des boutures enracinées), les résultats les plus significatifs, obtenus au cours de dix années d'expérimentations conduites dans les pépinières administratives, au Cemagref et à l'INRA, sont présentés. Désormais opérationnelle, cette technique devrait permettre de réduire la pénurie en plants de Mélèze hybride.

#### TECHNICAL PROCEDURES FOR BULK VEGETATIVE PROPAGATION OF HYBRID LARCH [Abstract]

Bulk vegetative propagation in nurseries of the hybrid larch (*Larix x eurolepis* Henry) increases the planting material that can be produced from a small amount of genetically valuable seeds. The paper presents the most significant results obtained during the ten years of experimentation conducted at CEMAGREF and INRA nurseries for each step in the technical procedure (rearing of parent stock, root establishment of cuttings and rearing of rooted cuttings). This technique has now become operational and has alleviated the scarcity of hybrid larch planting stock.

---